



35.C15293

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

HIDEO KITAGAWA ET AL.

Application No.: 09/832,978

Filed: April 12, 2001

For: METHOD OF ETCHING
ORGANIC FILM AND METHOD
OF PRODUCING ELEMENT

Examiner: Alan KO
~~Not Yet Assigned~~

Group Art Unit: 1746

August 23, 2001

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

Applicants hereby claim priority under the International Convention and all rights to which they are entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following Japanese Priority Application:

A certified copy of the priority document is enclosed.

2000-112357, filed April 13, 2000

RECEIVED
AUG 28 2001
TC 1700

1746

SAH

#3

8.29.01

Applicants' undersigned attorney may be reached in our New York office by telephone at (212) 218-2100. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,


Attorney for Applicants

Registration No. P48,512

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

NY_MAIN 194610 v 1

RECEIVED
AUG 28 2007
TC 1700



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 4月13日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-112357

出 願 人

Applicant(s):

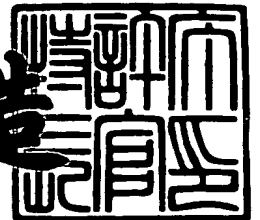
キヤノン株式会社

RECEIVED
AUG 28 2001
TC 1700

2001年 5月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3038547

【書類名】 特許願

【整理番号】 4147018

【提出日】 平成12年 4月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/306

【発明の名称】 有機膜のエッチング方法

【請求項の数】 6

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

 【氏名】 北川 英夫

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

 【氏名】 鈴木 伸昌

【特許出願人】

 【識別番号】 000001007

 【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

 【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

 【識別番号】 100065385

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 山下 穰平

 【電話番号】 03-3431-1831

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 010700

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9703871

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 有機膜のエッチング方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 有機低誘電率膜上に中間層及びパターンニングされたフォトリジスト層を形成し、中間層にフォトリジストのパターンを転写し、窒素と水素の何れかを含むガスのプラズマを用いて前記有機低誘電率膜をエッチングする工程において、該中間層の一部に金属又は金属の窒化物を用いることを特徴とするドライエッチング方法。

【請求項 2】 前記金属が、アルミニウム、銅、チタン、コバルト又はタングステンである請求項 1 に記載のドライエッチング方法。

【請求項 3】 前記金属の窒化物が、窒化チタン又は窒化タンタルである請求項 1 に記載のドライエッチング方法。

【請求項 4】 前記窒素と水素の何れかを含むガスが、 N_2 、 H_2 、 N_2 と H_2 の混合ガス、 NH_3 又は N_2H_4 である請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のドライエッチング方法。

【請求項 5】 前記プラズマを発生させる手段が、表面波干渉型プラズマ源である請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載のドライエッチング方法。

【請求項 6】 前記有機低誘電率膜が、ポリアリールエーテル又はフッ素化ポリアリールエーテルである請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載のドライエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体製造において使用される有機低誘電率膜のドライエッチング技術に関し、詳しくはハードマスクを用いて有機低誘電率膜のエッチングを行った場合にも、該ハードマスクがエッチングされ、大きな加工変換差が発生することのないドライエッチング方法に関する。

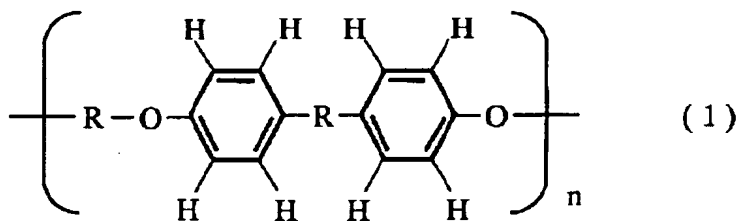
【0002】

【従来の技術】

従来の有機低誘電率膜のエッチング工程を、図 3 を用いて説明する。図において、301 はレジストマスク、302 は CVD 法又は塗布法により形成された SiO_2 膜、303 は例えば比誘電率が 3 以下である有機ポリマーからなる有機低誘電率絶縁膜、304 は金属配線、305 は配線溝又はビアホール、306 は側壁保護膜を示している。エッチング処理前のウエハの断面構造は図 3 (a) に示す通りであり、金属配線上に有機低誘電率膜、ハードマスクとして用いられる SiO_2 膜又は SOG 等の積層膜が形成され、その上にフォトリソットによりマスクパターンが形成されている。ここで、有機低誘電率膜としては、例えばポリアリールエーテル {式 (1)} 又はフッ素化ポリアリールエーテル {式 (2)} 等が用いられている。上記構造のウエハに対し、まずフルオロカーボン系のガス (例えば $\text{C}_4\text{F}_8/\text{Ar}$) を用いてハードマスクのエッチングを行う {図 3 (b)}。次に、 O_2 系又は N_2/H_2 系のガスを用いて有機低誘電率膜のエッチングが行われる {図 3 (c)}。最後に、残留したフォトリソットマスク及び側壁保護膜を除去するための、クリーニング処理が行われる {図 3 (d)}。

【0003】

【化 1】

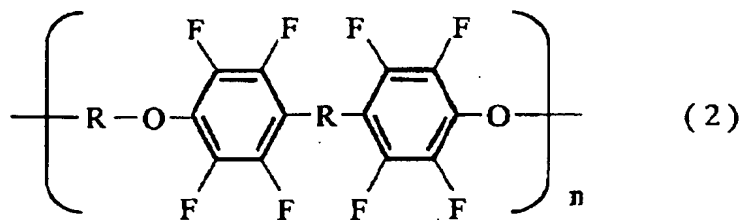


n: 正の整数

R: アルキル基

【0004】

【化 2】



n: 正の整数

R: アルキル基

【0005】

以上の様に、有機低誘電率膜のエッチングにおいては、フォトレジストマスクと有機低誘電率膜が同じ有機物であり、エッチング形状を維持するのに十分な選択比を確保することが困難であることから、 SiO_2 等の無機膜に一度フォトレジストパターンを転写し、該無機膜をマスクとして有機低誘電率膜をエッチングする。所謂ハードマスク法が一般的に使われている。

【0006】

有機低誘電率絶縁膜は、酸素を含むプラズマによりエッチングできることが知られている。例えば、特開平8-316209号公報に開示されているように、 O_2 や CO_2 ガスのプラズマを用いれば、ほとんどの有機低誘電率絶縁膜を高いエッチング速度で容易にエッチングすることが可能である。しかし、第59回応用物理学会学術講演会（1998年秋季）講演予稿集15p-C-10にも記載されている様に、有機物は酸素イオンのみならず酸素ラジカルとも反応して、等方的にエッチングが進むため、ホールや溝の断面形状が、いわゆるボーイング形状と呼ばれる樽型の形状となり易い。このような形状になると、引き続き行われる配線金属の成膜工程において、穴や溝内部への金属の埋め込み不良が発生し、配線抵抗の増大や、最悪の場合、配線の断線といった不良を引き起こす。

【0007】

更に、酸素プラズマによるエッチングのもう一つのデメリットとして、例えば Proceedings of Symposium on Dry Process 1998 p. 175に記載されている様な、膜質の劣化の問題がある

。即ちこれは、酸素プラズマにさらされた有機低誘電率絶縁膜が、酸素を吸着したり、或いは酸素と結合したOH基を含む変質層を形成してしまい、この酸素が、引き続き行われる配線金属形成工程、例えばタングステンプラグのCVD工程中に脱離することにより、穴や溝内部の埋め込み不良が発生するという問題である。

【0008】

上記問題点を解決するため、特許第2786198号公報では、 NH_3 プラズマを用いる方法が開示されている。 NH_3 プラズマを用いることにより、前記酸素吸着による有機膜の膜質劣化は完全に解消される。しかし、 NH_3 プラズマの問題点として、従来ハードマスクとして用いられてきた SiO_2 系の膜に対する選択性が十分でないという点が挙げられる。

【0009】

図4に、表面波干渉型プラズマ装置（以下SIPと記述）を用いた場合の、 NH_3 プラズマにおける、有機低誘電率膜と SiO_2 膜のエッチング速度の V_{pp} 依存性を示す。ここで言う V_{pp} とは、基板に印加した高周波バイアスのピーク間電圧である。基板に2MHz以下の周波数の高周波バイアスを印加すると、プラス側の半周期で電子が加速され、マイナス側の半周期でイオンが加速される。即ち、 $V_{pp}/2$ は、プラズマ中のイオン又は電子が加速される電圧の最大値を示している。例えば、 $V_{pp}/2$ が600Vの場合には、イオンは最大600eVのエネルギーを持って基板に入射することを意味している。

【0010】

図において、図4（a）は有機低誘電率膜のエッチング速度の V_{pp} 依存性、図4（b）は SiO_2 膜のエッチング速度の V_{pp} 依存性、図4（c）は選択比の V_{pp} 依存性を示している。

【0011】

図4（a）に示す有機低誘電率膜のエッチング速度の最大値は、プラズマ密度に依存している。例えば、高密度プラズマであるヘリコン波プラズマ源を用いると、最大エッチング速度は約300nm/minであり、それ以上はいくら高周波電力を投入しても、エッチング速度は増加しない。ICP型プラズマ源を用い

ても、せいぜい 400 nm/min 程度である。しかし、SIPを用いれば、 800 nm/min 以上という高いエッチング速度を実現することができる。これは、SIPが、他方式をはるかに上回るプラズマ密度を実現していることを示している。

【0012】

ところが、図4より明らかなように、SIPを用いても、ハードマスクである SiO_2 との選択比を、形状維持に十分な値である100以上にしようとする、 $V_{pp}/2$ を 400 V 以下に下げる必要があり、エッチング速度が約 400 nm/min と実用には不十分なエッチング速度となってしまう。また、実用上十分なエッチング速度である 800 nm/min を達成しようとする、ハードマスクである SiO_2 に対する選択比が約30まで低下し、図5に示すような、ハードマスクのファセッティングによる穴径の広がりが発生してしまう。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

以上の様に、酸素系のガスによるプラズマでは、有機低誘電率絶縁膜への酸素吸着による膜質の劣化を避けることができないため、引き続き行われるタンゲステンブラグの成膜プロセス中に酸素が脱離することが原因による成膜異常が発生してしまうという問題点があった。

【0014】

また、 NH_3 系のプラズマを用いた場合、高速でエッチングするとハードマスクである SiO_2 との選択比が低下してエッチング形状が崩れてしまい、 SiO_2 に対して高選択比でエッチングするとエッチング速度が実用上不十分な値になってしまうという問題点があった。

【0015】

そこで、マスクに対する高い選択比と高速なエッチングとを両立するエッチング方法を開発する必要があった。

【0016】

【課題を解決するための手段】

本発明に従って、有機低誘電率膜上に中間層及びパターニングされたフォトレ

ジスト層を形成し、中間層にフォトレジストのパターンを転写し、窒素と水素の何れかを含有ガスのプラズマを用いて前記有機低誘電率膜をエッチングする工程において、該中間層の一部に金属又は金属の窒化物を用いることを特徴とするドライエッチング方法が提供される。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0018】

図1(a)に、SIPを用いた NH_3 ガスによる SiO_2 とAlのエッチング速度の V_{pp} 依存性を、図1(b)にSIPを用いた NH_3 ガスによる SiO_2 とAlの有機低誘電率膜に対する選択比の V_{pp} 依存性を示す。図1(a)より、Alのエッチング速度は SiO_2 のエッチング速度の $1/5$ 以下であり、 $V_{pp}/2$ が約600Vの条件でも、エッチング速度は約5nm/min程度と、Arによるスパッタリング速度に近い値になる。即ち、 NH_3 プラズマによるAlのエッチングは、イオンによる完全なスパッタリング反応であるのに対し、 SiO_2 のエッチングは、何らかの化学反応が関与している可能性が高いと言える。上記事実は、 N_2 による SiO_2 エッチング速度に若干の温度依存性があるという点でも裏付けられている。反応のメカニズムは未だ明らかになっていないが、 N_2 及び NH_3 プラズマの何れにおいても、 SiO_2 のエッチング速度が、Arによるスパッタリング速度より一桁以上大きいことから、N原子がエッチング反応に寄与している可能性が高いと考えられる。また、図1(b)を見れば明らかな様に、 $V_{pp}/2$ が600Vの条件で SiO_2 マスクでは選択比が約30であるのに対し、Alマスクでは200近い選択比を実現している。これは、 SiO_2 マスクで $V_{pp}/2$ が350Vの時とほぼ同等の選択比であり、形状維持には十分な選択比であると言える。

【0019】

以上の実験事実を元に考察すると、 NH_3 ガスを用いた有機低誘電率膜のエッチングにおけるハードマスクの材質は、 NH_3 プラズマに対して反応性のない材質であり、かつ既存の半導体製造プロセスとの適合性の高い材質がふさわしいと

考えられる。上記条件を満たす材質としては、Al、Cu、Ti、Co及びW等の配線用金属、及びTiNやTa₂N等のバリアメタル用金属窒化物が考えられる。一般的に金属の窒化物は、融点が2000℃以上の高融点化合物となり、例えば、AlN: 2700℃、TiN: 3200℃と非常に高温まで安定である。そこで、仮にエッチング中の金属表面に窒化物が生成しても、金属表面に不動態膜として留まり、決して反応生成物として揮発することはない。また、TiNやTa₂N等の金属窒化物は、これ以上窒素との化学反応（窒化）を起こすことはない。即ち、上記材料のNH₃プラズマによるエッチングは、物理的なスパッタリングのみによって起こると言うことができる。

【0020】

以上、NH₃プラズマを用いて本発明を説明してきたが、N₂/H₂系のガスであれば、いかなるガス系においても同様の効果を得ることができる。N₂/H₂系のガスとしては、NH₃の他にN₂、H₂、N₂/H₂の混合ガス、N₂H₄等が考えられる。

【0021】

上記金属膜を有機低誘電率膜エッチングのハードマスクとして使用した場合の、シングルダマシンプロセスのフローを図2に示す。図において、201はフォトレジストマスク、202はハードマスク用金属膜、203はCVD-SiO₂膜、204は有機低誘電率膜、205はストッパーSiN膜、206は第1層金属配線、207は配線溝又はビアホール、208は第2層配線用金属膜である。

【0022】

まず、第1層金属配線形状工程の終了後、ビアホールエッチングのストッパー用のSiN膜205、有機低誘電率膜204、CVD-SiO₂膜203、ハードマスク用金属膜202を順に成膜し、その上にフォトレジストマスク201を形成する〔図2(a)〕。SiN膜及びSiO₂膜は、プラズマCVD法を用いて形成される。また、有機低誘電率膜は、回転塗布法により形成される。ハードマスク用金属膜は、後で除去する膜であり、膜の配向性や抵抗率等の特性には特にこだわらないので、成膜方法としてはスパッタ法、CVD法及び蒸着法等の何れの方法を用いても構わない。また、金属表面からの反射で微細なフォトレジス

トパターンの形成が困難な場合は、必要に応じて反射防止膜の成膜を行っても良い。

【0023】

次に、フォトレジストをマスクとして、ハードマスク用金属膜202のエッチングを行う。エッチングガスは、例えば金属膜がAlの場合には Cl_2/BCl_3 の混合ガス、TiやTiNの場合には CF_4 や SF_6 等のフッ素系ガスを用いれば容易にエッチングすることができる。

【0024】

次に、フォトレジスト及び金属膜をマスクとして、 SiO_2 膜203のエッチングを行う。エッチングガスは、例えば $\text{C}_4\text{F}_8/\text{CO}/\text{Ar}$ の混合ガスを用いれば、容易にエッチングすることができる〔図2(b)〕。

【0025】

次に、 N_2/H_2 系のガスを用い、高いバイアス電圧の条件で有機低誘電率膜204のエッチングを行う〔図2(c)〕。この時、エッチング初期にはフォトレジスト201/金属ハードマスク202/ SiO_2 ハードマスク203の3層がマスクとなるが、 N_2/H_2 系ガスではフォトレジスト201のエッチング速度は非常に速いため、エッチング途中で金属ハードマスク202が露出する。ここで、金属ハードマスク202がない場合は、露出した SiO_2 ハードマスク203がエッチングされ、図5に示すようなエッチング形状異常が発生する。しかし、金属ハードマスク202を用いることで、高いVppの条件においてもマスクのエッチング速度が非常に低くなるため、マスクのファセッティングによる形状異常は発生しない。有機低誘電率膜エッチング終了後、エッチストッパーのSiN膜205を、 CF_4 系のプラズマを用いてエッチングする。必要に応じてウエハを洗浄した後、スパッタ法/CVD法/めっき法等を用いて第2層配線用金属膜208を成膜する〔図2(d)〕。

【0026】

最後に、CMP法を用いて、溝外の金属膜を研磨除去する。この際に、金属ハードマスクも同時に除去する〔図2(e)〕。この時、 SiO_2 ハードマスクは、CMPのストッパー膜として作用する。

【 0 0 2 7 】

以上、本発明のエッチング方法をシングルダマシンプロセスを用いて説明したが、同様の手順を繰返すことによって、デュアルダマシンプロセスにも適用することが可能である。

【 0 0 2 8 】

本発明のエッチング方法は、有機低誘電率膜を高速でエッチングすることができる装置において、初めてその優位性が実現される。即ち、ヘリコン波或いはICPといったプラズマ源では、有機低誘電率膜のエッチング速度が高々400nm/minであり、所謂“低速高選択比”のプロセスしか実現することができない。“低速高選択比”の条件では、SiO₂ハードマスクでも金属ハードマスクと同等のエッチング形状を実現できるが、エッチング速度が遅いという大きな欠点がある。一方、SIPを用いた場合、800nm/min以上という高速のエッチングを行うことが可能であるが、SiO₂ハードマスクがエッチングされ、図5に示す如き、穴径の広がりが発生してしまう。そこで、SIPの高速エッチング条件と、メタルハードマスクを併用することにより、初めて高速且つマスクに対する高選択比の両特性を同時に実現することが可能となる。

【 0 0 2 9 】

本発明における有機低誘電率膜は、ポリアリールエーテル又はフッ素化ポリアリールエーテルであることが好ましいが、特にはポリアリールエーテルであることが好ましい。

【 0 0 3 0 】

【実施例】

以下に、実施例を挙げて本発明のプラズマ処理方法をより具体的に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

【 0 0 3 1 】

(実施例1)

本発明の第1の実施例として、金属ハードマスクにAlを使用した例を示す。また、有機低誘電率膜は、ポリアリールエーテル（アライドシグナル社製 商品名：FLARETM）を使用した。まず、図2（a）に示した断面構造を持つ8イ

ンチウエハを準備した。各膜の膜厚は、ストッパー SiN 膜 100 nm、有機低誘電率膜の膜厚 600 nm、SiO₂ 膜 200 nm、Al 膜 100 nm、フォトレジストマスクは 670 nm であった。また、フォトレジストマスクには、0.2 μm のホールパターンをウエハ全面にわたってパターニングした。このウエハを、不図示の表面波干渉型プラズマ源（以下 SIP と記述）を搭載したエッチング装置に入れ、処理室内を 1×10^{-3} Pa まで真空排気した後、金属ハードマスクである Al 膜のエッチングを行った。エッチング条件は、以下の通りであった。

【0032】

ガス種・流量：Cl₂/BCl₃ = 60/40 sccm

圧力：3 Pa

マイクロ波電力：1.5 KW

RF バイアス：300 W

【0033】

上記条件で 17 秒間エッチングを行い、Al 膜を全て除去した。エッチングの終点は、Al の発光（波長 396 nm）を用いて判定した。エッチング終点検出後、20% のオーバーエッチングを実施した。

【0034】

次に、ウエハを真空に保持したまま別の処理室に移動し、処理室内を 1×10^{-3} Pa まで真空排気した後、ハードマスクである SiO₂ 膜のエッチングを行った。エッチング条件は、以下の通りであった。

【0035】

ガス種・流量：C₄F₈/Ar = 15/185 sccm

圧力：15 Pa

マイクロ波電力：1.5 KW

RF バイアス電力：350 W

【0036】

上記条件で 30 秒間エッチングを行い、SiO₂ 膜を全てエッチング除去した。エッチングの終点は、SiF の発光（波長 640 nm）を用いて判定した。

【 0 0 3 7 】

SiO₂エッチング終了後、ウエハを真空に保持したまま別の処理室に移動し、処理室内を 1×10^{-3} Paまで真空排気した後、有機低誘電率膜の膜のエッチングを行った。エッチング条件は、以下の通りであった。

【 0 0 3 8 】

ガス種・流量：NH₃ = 2 0 0 s c c m

圧力：1 Pa

マイクロ波電力：2. 5 KW

LFバイアス周波数：1. 5 MHz

LFバイアス電力：6 0 0 W

【 0 0 3 9 】

上記条件で60秒間エッチングを行い、有機低誘電率膜の膜を全てエッチング除去した。エッチングの終点は、CNの発光（波長388 nm）を用いて判定した。処理終了後、ウエハの断面をSEMを用いて観察したが、ハードマスクのファセッティングによるホール径の広がりは全く観察されなかった。

【 0 0 4 0 】

（実施例2）

本発明の第2の実施例として、金属ハードマスクにTiNを使用した例を示す。また、有機低誘電率膜は、実施例1と同じくポリアリールエーテル（アライドシグナル社製 商品名：FLARETM）を使用した。まず、図2（a）に示した断面構造を持つ8インチウエハを準備した。各膜の膜厚は、ストッパーSiN膜100 nm、有機低誘電率膜の膜厚600 nm、SiO₂膜200 nm、TiN膜120 nm、フォトレジストマスクは670 nmであった。また、フォトレジストマスクには、0. 2 μmのホールパターンをウエハ全面にわたってパターンニングした。このウエハを、不図示のSIPを搭載したエッチング装置に入れ、処理室内を 1×10^{-3} Paまで真空排気した後、金属ハードマスクであるTiN膜のエッチングを行った。エッチング条件は、以下の通りであった。

【 0 0 4 1 】

ガス種・流量：Cl₂/BCl₃ = 3 0 / 7 0 s c c m

圧力：3 Pa

マイクロ波電力：1.5 KW

RFバイアス：450 W

【0042】

上記条件で30秒間エッチングを行い、TiN膜を全て除去した。

【0043】

次に、ウエハを真空に保持したまま別の処理室に移動し、処理室内を 1×10^{-3} Paまで真空排気した後、ハードマスクであるSiO₂膜のエッチングを行った。エッチング条件は、以下の通りであった。

【0044】

ガス種・流量：C₄F₈/Ar = 15/185 sccm

圧力：15 Pa

マイクロ波電力：1.5 KW

RFバイアス電力：350 W

【0045】

上記条件で30秒間エッチングを行い、SiO₂膜を全てエッチング除去した。エッチングの終点は、SiFの発光（波長640 nm）を用いて判定した。

【0046】

SiO₂エッチング終了後、ウエハを真空の保持したまま別の処理室に移動し、処理室内を 1×10^{-3} Paまで真空排気した後、有機低誘電率膜の膜のエッチングを行った。エッチング条件は、以下の通りであった。

【0047】

ガス種・流量：NH₃ = 200 sccm

圧力：1 Pa

マイクロ波電力：2.5 KW

LFバイアス周波数：1.5 MHz

LFバイアス電力：600 W

【0048】

上記条件で60秒間エッチングを行い、有機低誘電率膜の膜を全てエッチング

除去した。エッチングの終点は、CNの発光（波長388nm）を用いて判定した。処理終了後、ウエハの断面をSEMを用いて観察したが、ハードマスクのファセッティングによるホール径の広がりは全く観察されなかった。

【0049】

（実施例3）

本発明の第3の実施例として、金属ハードマスクにTiNを使用し、N₂ガスを用いてエッチングした例を示す。また、有機低誘電率膜は、実施例1と同じくポリアリールエーテル（アライドシグナル社製 商品名：FLARETM）を使用した。まず、図2（a）に示した断面構造を持つ8インチウエハを準備した。各膜の膜厚は、ストッパーSiN膜100nm、有機低誘電率膜の膜厚600nm、SiO₂膜200nm、TiN膜120nm、フォトレジストマスクは670nmであった。また、フォトレジストマスクには、0.2μmのホールパターンをウエハ全面にわたってパターンニングした。このウエハを、不図示のSIPを搭載したエッチング装置に入れ、処理室内を1×10⁻³Paまで真空排気した後、金属ハードマスクであるTiN膜のエッチングを行った。エッチング条件は、以下の通りであった。

【0050】

ガス種・流量：Cl₂/BCl₃=30/70sccm

圧力：3Pa

マイクロ波電力：1.5KW

RFバイアス：450W

【0051】

上記条件で30秒間エッチングを行い、TiN膜を全て除去した。

【0052】

次に、ウエハを真空に保持したまま別の処理室に移動し、処理室内を1×10⁻³Paまで真空排気した後、ハードマスクであるSiO₂膜のエッチングを行った。エッチング条件は、以下の通りであった。

【0053】

ガス種・流量：C₄F₈/Ar=15/185sccm

圧力：15 Pa

マイクロ波電力：1.5 KW

RF バイアス電力：350 W

【0054】

上記条件で30秒間エッチングを行い、 SiO_2 膜を全てエッチング除去した。エッチングの終点は、 SiF の発光（波長640 nm）を用いて判定した。

【0055】

SiO_2 エッチング終了後、ウエハを真空の保持したまま別の処理室に移動し、処理室内を 1×10^{-3} Paまで真空排気した後、有機低誘電率膜の膜のエッチングを行った。エッチング条件は、以下の通りであった。

【0056】

ガス種・流量： $\text{N}_2 = 200 \text{ sccm}$

圧力：1 Pa

マイクロ波電力：2.5 KW

LF バイアス周波数：1.5 MHz

LF バイアス電力：800 W

【0057】

上記条件で90秒間エッチングを行い、有機低誘電率膜の膜を全てエッチング除去した。エッチングの終点は、 CN の発光（波長388 nm）を用いて判定した。処理終了後、ウエハの断面をSEMを用いて観察した。エッチングの終点時間から判断すると、 N_2 プラズマのエッチング速度は NH_3 に比べて約30%低下していたが、ハードマスクのファセッティングによるホール径の広がりは全く観察されなかった。

【0058】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、ハードマスクに金属又は金属の窒化物を用いることにより、 N_2/H_2 系ガスのプラズマの有機低誘電率膜のエッチングを行っても、ハードマスクのファセッティングによるホール径の広がり等の形状異常が発生しないドライエッチング方法を提供することが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の金属ハードマスク (A1) と従来例の SiO_2 ハードマスクの、エッチング速度及び対有機低誘電率膜選択比の V_{pp} 依存性を比較した図である。

(a) 金属ハードマスク (A1) と SiO_2 ハードマスクのエッチング速度の V_{pp} 依存性の比較図。

(b) 金属ハードマスク (A1) と SiO_2 ハードマスクの対有機低誘電率膜選択比の V_{pp} 依存性の比較図。

【図 2】

本発明を金属配線形成工程に適用した際のプロセスフローを示した図である。

【図 3】

従来例の有機低誘電率膜エッチングのプロセスフローを示した図である。

【図 4】

従来例である SiO_2 ハードマスクと有機低誘電率膜のエッチング特性を示した図である。

(a) 有機低誘電率膜のエッチング速度の V_{pp} 依存性。

(b) SiO_2 のエッチング速度の V_{pp} 依存性。

(c) SiO_2 の対有機低誘電率膜選択比の V_{pp} 依存性。

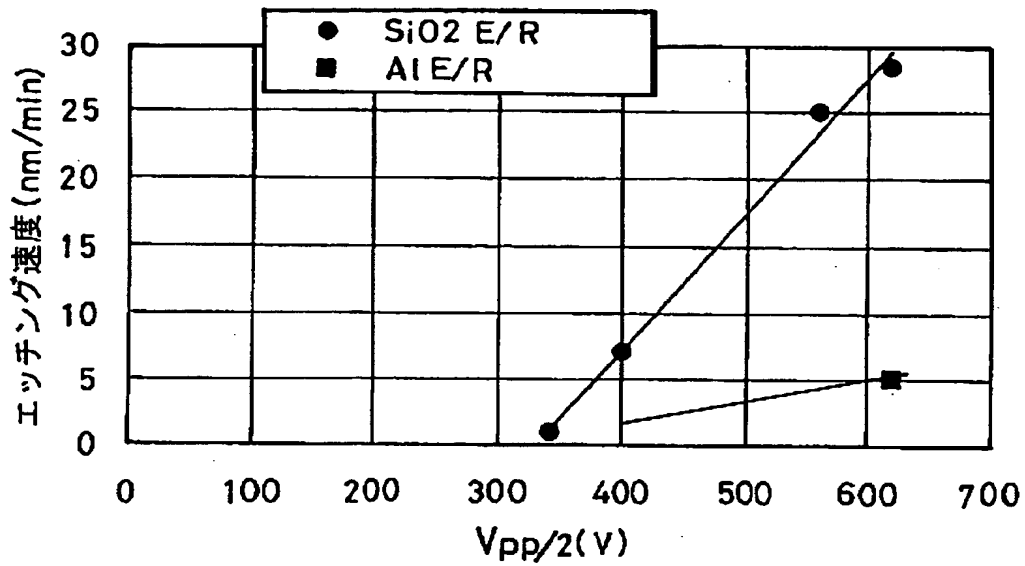
【図 5】

従来例である SiO_2 ハードマスクを用いた場合の、ビアホールのエッチング形状を模式的に示した図である。

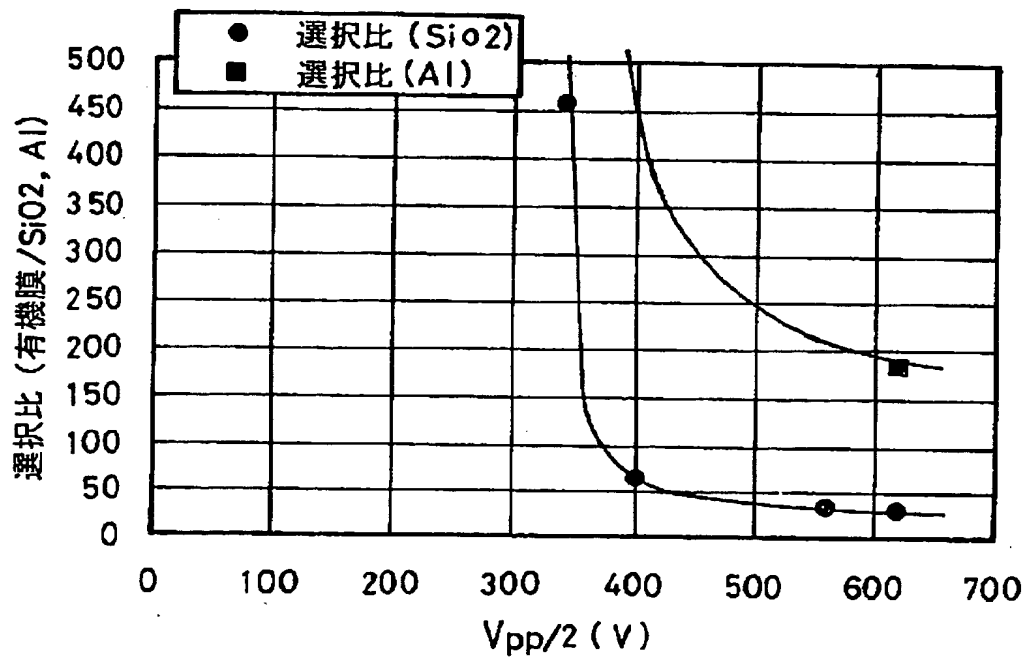
【書類名】 図面

【図 1】

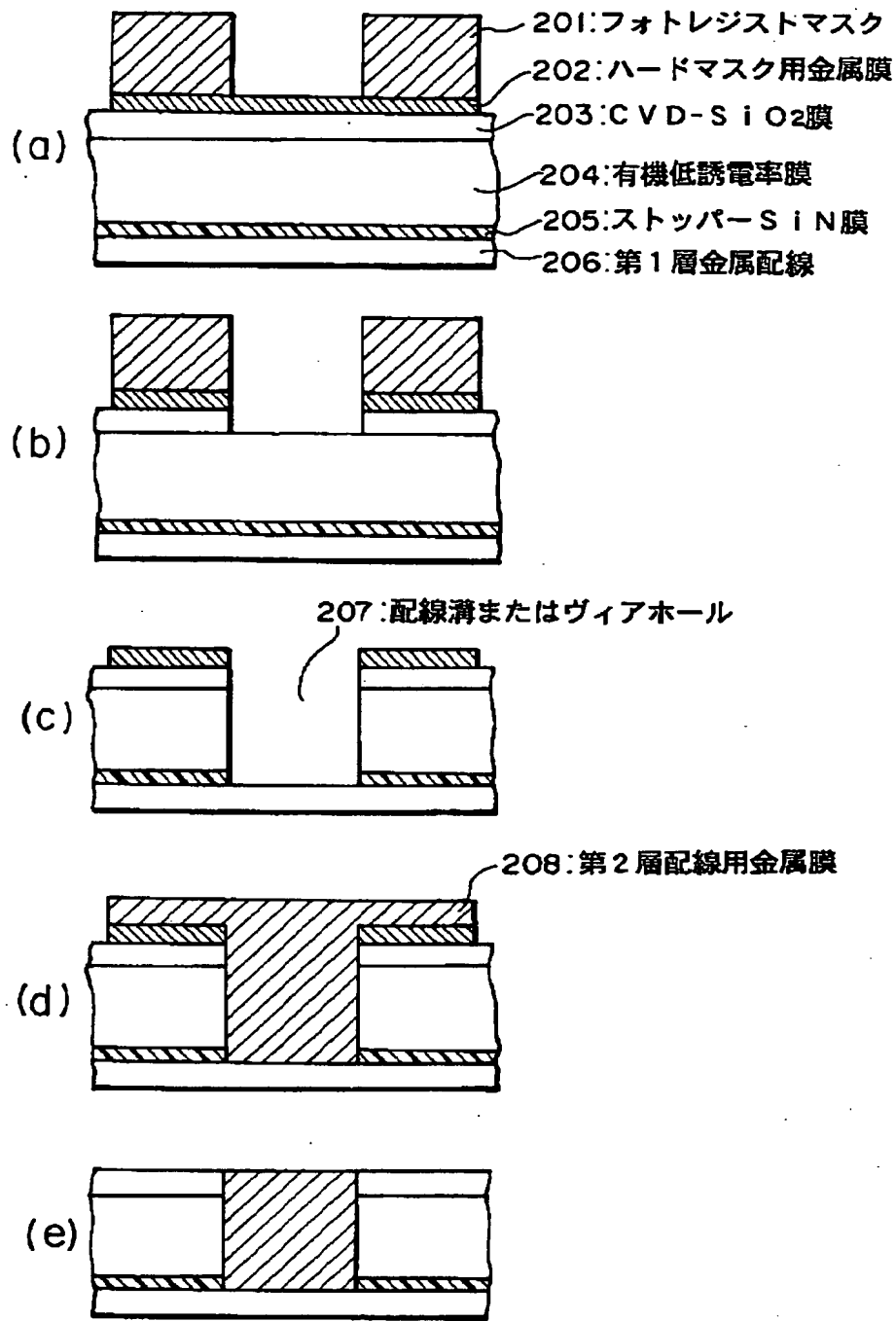
(a)



(b)

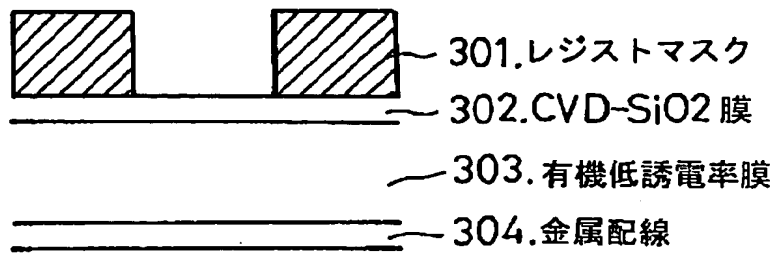


【図 2】

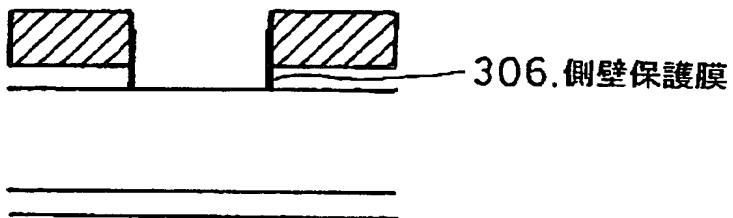


【図 3】

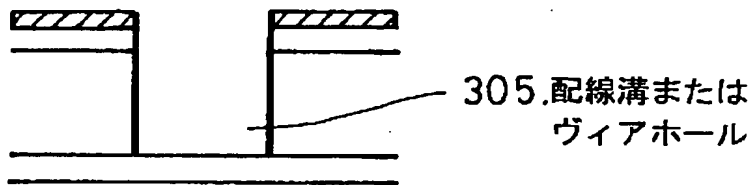
(a)



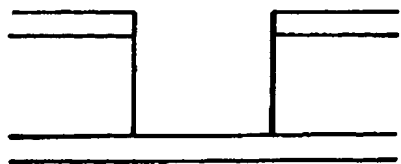
(b)



(c)

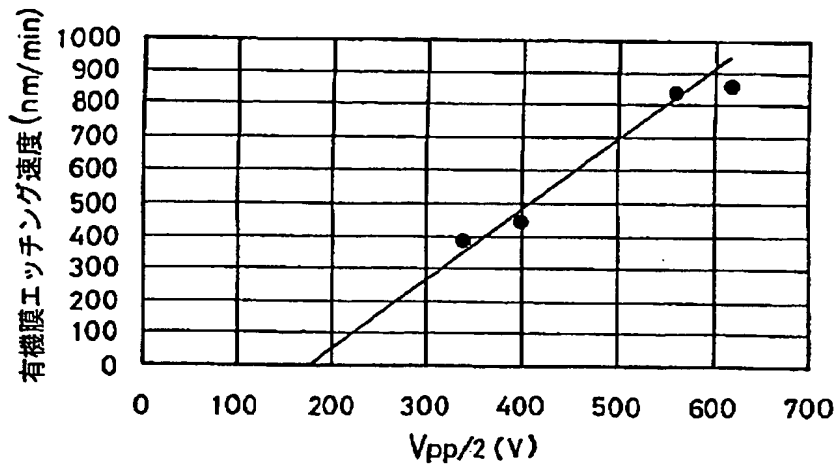


(d)

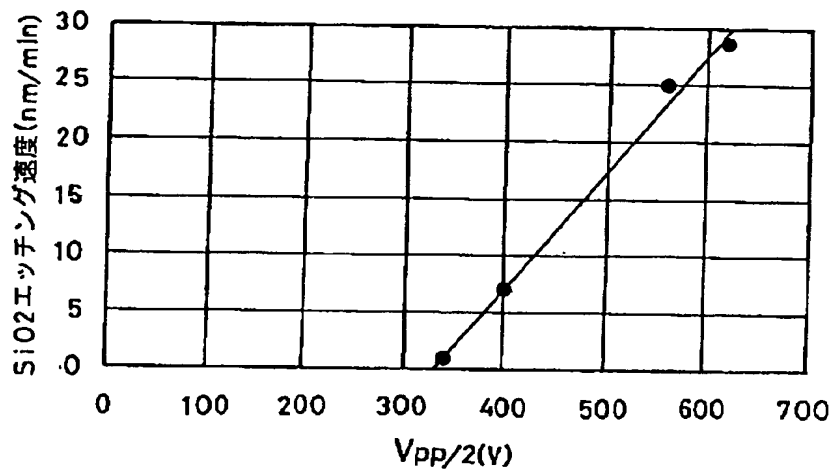


【図 4】

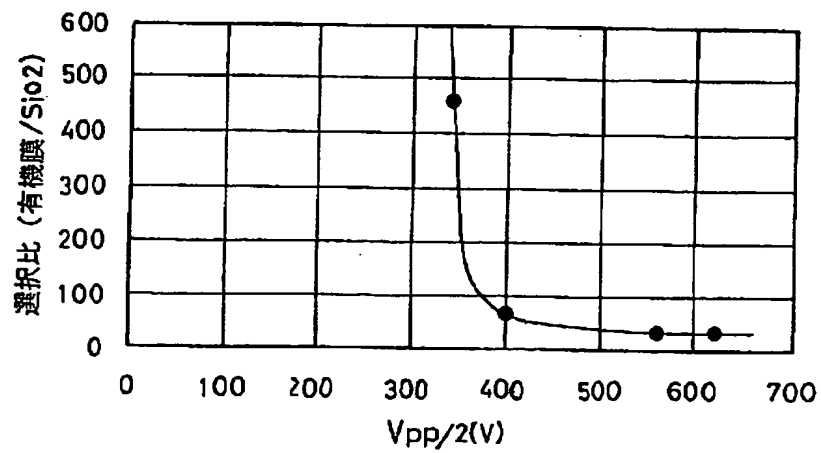
(a)



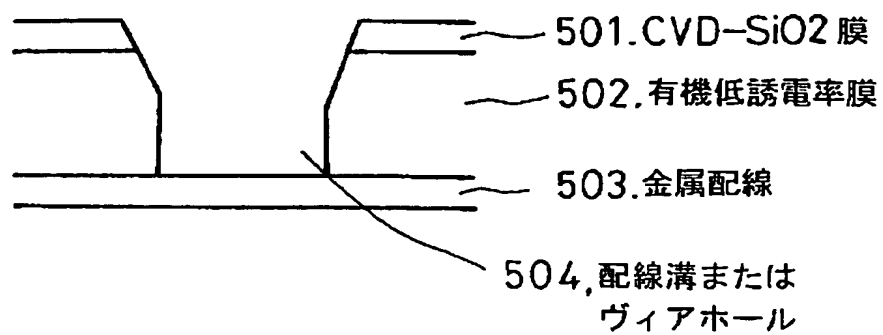
(b)



(c)



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 NH_3 系のプラズマを用いた場合、高速でエッチングするとハードマスクである SiO_2 との選択比が低下してエッチング形状が崩れてしまい、 SiO_2 に対して高選択比でエッチングするとエッチング速度が実用上不十分な値にならないような、マスクに対する高い選択比と高速なエッチングとを両立するドライエッチング方法を提供することにある。

【解決手段】 有機低誘電率膜上に中間層及びパターニングされたフォトレジスト層を形成し、中間層にフォトレジストのパターンを転写し、窒素と水素の何れかを含むガスのプラズマを用いて前記有機低誘電率膜をエッチングする工程において、該中間層の一部に金属又は金属の窒化物を用いることを特徴とするドライエッチング方法。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名 キヤノン株式会社